

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
29. Juli 2004 (29.07.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 2004/064279 A1

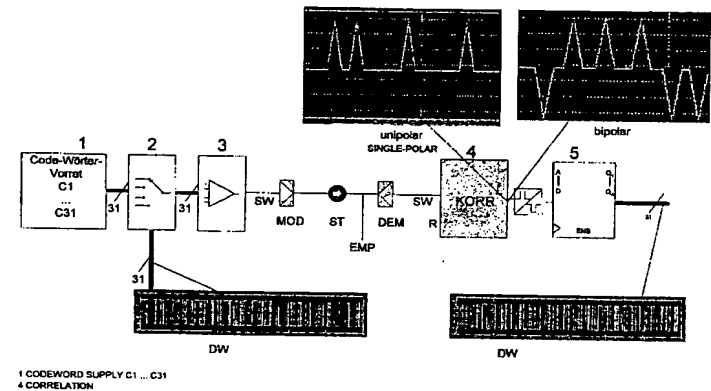
- (51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: H04J 13/00
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2004/000047
- (22) Internationales Anmeldedatum:  
10. Januar 2004 (10.01.2004)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:  
103 01 250.8 12. Januar 2003 (12.01.2003) DE
- (71) Anmelder und  
(72) Erfinder: WOLF, Andreas, Christian [DE/DE]; Menzel-  
strasse 23-24, 12157 Brelin (DE).

- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.
- (84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR THE TRANSMISSION OF A DATA WORD

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM ÜBERTRAGEN EINES DATEN-WORTS



(57) Abstract: Disclosed is a method for transmitting a data word, according to which a codeword supply (CV) is provided, the number of individual codewords (C1...C31) of the supply corresponding at least to the number of data positions (#1 ...#31) of the data word (DW), the codewords being formed from a basic codeword (C1) by means of cyclical shifting, and the cross correlation function of each codeword (C2...C31) with the basic codeword (C1) having a distinct extreme value, the position of which is characteristic of the individual codeword (C2). An individual codeword (C1) which is combined with the respective date (0) of the data position (#5) so as to obtain a combined result (VE5) relating to the individual data positions, is assigned to each data position (#1) of the data word (DW). The combined results (VE1...VE31) relating to the individual data positions are added in order to obtain a sum word (SW) that is cross-correlated with a reference (R) following transmission, said reference (R) corresponding to the basic codeword (C1) or being created from the basic codeword (C1) by means of cyclical shifting. The respective data (0.1) of the data word (DW), which relates to the individual data positions, is reconstructed from the position and quantity of the values of the obtained correlation function (KKF) by allocating in a fixed manner a corresponding date (0.1) to each value (-6; 26).

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Code-Wörter-Vorrat (CV) bereitgestellt, wobei die Anzahl individueller Code-Wörter (C1...C31) des Vorrats mindestens der Anzahl der Datenpositionen (#1 ...#31) des Datenwortes (DW) entspricht, die Code-Wörter aus zyklischer Verschiebung aus einem Grund-Code-Wort (C1) gebildet sind, und die Kreuzkorrelationsfunktion jedes Code-Worts (C2...C31)

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2004/064279 A1



TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

— vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

**Erklärung gemäß Regel 4.17:**

— Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv) nur für US

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

mit dem Grund-Code-Wort (C1) jeweils einen ausgeprägten detektierbaren Extremwert aufweist, wobei dessen Lage charakteristisch für das individuelle Code-Wort (C2) ist. Jeder Datenposition (#1) des Daten-Worts (DW) wird ein individuelles Code-Wort (C1) zugeordnet, das mit dem jeweiligen Datum (0) der Datenposition (#5) unter Bildung eines datenpositionsindividuellen Verknüpfungsergebnisses (VE5) verknüpft wird. Die datenpositionsindividuellen Verknüpfungsergebnisse (VE1...VE31) werden unter Bildung eines Summen-Wortes (SW) addiert, das nach Übertragung mit einer Referenz (R) kreuzkorreliert wird, die dem Grund-Code-Wort (C1) entspricht oder die durch zyklische Verschiebung aus dem Grund-Code-Wort (C1) gebildet ist. Aus der Lage und Grösse der Werte der so gebildeten Korrelationsfunktion (KKF) werden die jeweiligen datenpositionsindividuellen Daten (0,1) des Daten-Worts (DW) rekonstruiert, indem nach fester Zuordnung jedem Wert (-6;26) ein entsprechendes Datum (0,1) zugeordnet wird.

## Beschreibung

## Verfahren zum Übertragen eines Daten-Worts

5 Die Erfindung liegt auf dem Gebiet der Datenübertragung durch ein beliebiges Medium, insbesondere der Datenübertragung binärer Signale in einem bandbegrenzten Funkkanal, und betrifft ein Verfahren zum Übertragen eines Daten-Worts, das eine Folge von einzelnen Daten in aufeinanderfolgenden Datenpositionen enthält.

Mit sich stetig erweiternden Anwendungsgebieten für die Datenübertragung und mit zunehmendem Volumen zu übertragender Daten wächst der Bedarf an Übertragungsverfahren, die unter Einsatz einfacher und preiswerter Mittel eine hohe Datenrate mit geringer Datenfehlerrate bzw. mit hoher Toleranz gegen Datenübertragungsfehler übertragen können.

Wesentliche leistungskennzeichnende Größen heutiger Übertragungsverfahren sind die Übertragung von Bit/s pro Hz Bandbreite des Kanals (kanalspezifische Datenrate) und die Störunempfindlichkeit.

Vor diesem Hintergrund geht aus dem sich auf den IEEE Standard 802.15.4 (Low Rate Wireless Personal Area Network) beziehenden Realisierungsvorschlag „PHY Proposal for the Low Rate 802.15.4 Standard“ von Ed Callaway, Motorola Labs, (<http://grouper.ieee.org/groups/802/15/index.html>) die Verwendung von Sequenzen (Code-Wörtern) hervor, die durch zyklische Verschiebung eines Pseudo-Noise-Grund-Wortes generiert werden. Danach ist jedem Code-Wort ein 4-Bit-Daten-Wort zugeordnet. Nach Übertragung des Code-Worts kann durch Korrelation mit einer Code-Referenz das ursprüngliche 4-Bit-Daten-Wort aus der Phasenlage des Maximums der Korrelationsfunktion identifiziert werden.

Dieses Verfahren ist jedoch in seiner Leistungsfähigkeit insbesondere hinsichtlich der Datenrate relativ eingeschränkt.

5 Aus einem Aufsatz von Letaief et al. („Multicode High-Speed Transmission for Wireless Mobile Communications“; IEEE, GLOBECOM 1995, 13 - 17 Nov. 1995, Vol 3, Seiten 1835 - 1839) geht ein Verfahren zum Übertragen eines Datenworts hervor, bei dem ein eingehendes Datenwort seriell-parallel umgesetzt  
10 wird in mehrere parallele Bitdatenströme. Für jeden Datenstrom einer bestimmten Datenposition wird das jeweilige binäre Datum mit einem individuell zugeordneten Codewort („Signature Sequence“) verknüpft und anschließend mit einem Träger moduliert. Die modulierten Signale aller Bitdatenströme werden dann parallel an einen Empfänger übertragen und treten  
15 dort addiert auf. Hinsichtlich der Eigenschaften der Codewörter ist nur ausgeführt, dass traditionell PN-Sequenzen bei Mehrfachzugriffs-Informationstechnik verwendet werden. Dieses Verfahren ist vergleichsweise aufwendig und insbesondere hinsichtlich der Modulationsträger eingeschränkt.  
20

Der Aufsatz von Huang, X; Li, Y. „The Multicode Interleaved DSSS System for High-Speed Wireless Digital Communications“ (IEEE, ICC 2001, 11 - 14 June 2001, Vol 10, Seiten 2990 -  
25 2994) verweist auf die Möglichkeit, als Code-Wörter zyklisch verschobene m-Sequenzen zu verwenden.

Eine Aufgabe der Erfindung besteht darin, ein effizientes leistungsfähiges Datenübertragungsverfahren für - insbesondere  
30 re binäre - zu übertragende Signale in einem bandbegrenzten Übertragungskanal zu schaffen, das sich durch eine hohe Stör- unempfindlichkeit und/oder eine hohe kanalspezifische Datenrate (Bit/s/Hz) auszeichnet. Außerdem soll das Verfahren mit einfachen und kostengünstigen Mitteln durchführbar sein.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch Verfahren nach den Ansprüchen 1 und 8.

Unter Verknüpfung wird dabei eine zumindest multiplikative  
5 Verknüpfung des jeweils der Datenposition zugeordneten Code-  
Wortes mit dem datenpositionsindividuellen Datum verstanden,  
wobei zusätzlich eine Normierung oder Bewertung der Multipli-  
kation erfolgen kann. Eine solche Verknüpfung erfolgt in ana-  
10 loger Technik durch bekannte analoge Multiplikation; bei di-  
gitaler Ausführung des Verfahrens kann die Multiplikation be-  
vorzugt durch eine EX-OR-NICHT-Verknüpfung (negierte EX-OR-  
Verknüpfung) realisiert werden.

Die Addition der einzelnen Verknüpfungsergebnisse erfolgt in  
15 analoger Technik beispielsweise durch Summieren der das je-  
weilige Verknüpfungsergebnis darstellenden Analogsignale. Bei  
Realisierung des Verfahrens in digitaler Technik können die  
Digitalsignale bitstellen-weise addiert werden.

20 Ein erster erfindungswesentlicher Aspekt besteht darin, dass  
das - durch Verknüpfung des der jeweiligen einzelnen Datenpo-  
sitionen individuell zugeordneten Code-Wortes mit dem jewei-  
ligen Inhalt dieser Datenposition (nachfolgend auch Datum ge-  
nannt) - erzeugte jeweilige Verknüpfungsergebnis mit den üb-  
25 rigen Verknüpfungsergebnissen der übrigen Datenpositionen ad-  
diert wird. Dadurch wird ein charakteristisches Summen-Wort  
erzeugt, das unter hoher Fehlertoleranz auf beliebigen Über-  
tragungsstrecken, vorzugsweise per Funkübertragung, zum Emp-  
fänger übertragen werden kann.

30 Die ursprünglichen Informationen des zu übertragenden Daten-  
Worts bleiben implizit in dem Summen-Wort enthalten und wer-  
den nach dem erfindungsgemäßen Verfahren empfängerseitig ext-  
rahiert. Dazu wird das Summen-Wort mit der - bei zwei oder  
35 mehr Sätzen von Code-Vorräten gemäß Anspruch 8: jeweiligen -  
Referenz kreuzkorreliert. Dabei treten signifikante (Extrem-)  
Werte in der bzw. in den (Anspruch 8) Kreuzkorrelationsfunk-

tionen auf, deren Lage und Größe die Information wiedergibt, welches Datum an der der Lage des Wertes entsprechenden Datenposition im Daten-Wort vorhanden ist.

- 5 Die dazu empfängerseitig erforderliche Information kann auf verschiedene Weise bereitgestellt werden. Es ist denkbar, z.B. in jedem Daten-Wort Datenpositionen für eine diesbezügliche Information zu reservieren. So könnten beispielsweise die ersten zwei Datenpositionen eines z.B. digitalen Daten-
- 10 Worts mit dem höchsten bzw. niedrigsten Wert des für das Daten-Wort vorgesehenen Wertevorrats gefüllt sein. Die entsprechende Kreuzkorrelationsfunktionswerte des übertragenen Summen-Wortes geben dann die Maximal- bzw. Minimalwerte der Kreuzkorrelationsfunktion wieder; zwischen diesen liegen dann
- 15 entsprechend der Wertigkeit des Daten-Wortes weitere „Bänder“, in denen die ggf. weiteren Werte des Daten-Wort durch entsprechende Werte der Kreuzkorrelationsfunktion repräsentiert sind.
- 20 Voraussetzung für die Eignung einer Sequenz als Code-Wort und entsprechend als Referenz ist ihre Eigenschaft, dass ihre Autokorrelationsfunktion (d.h. Korrelation mit sich selbst) einen ausgeprägten detektierbaren Extremwert aufweist; dies impliziert, dass die Kreuzkorrelationsfunktion jedes Code-
- 25 Worts aus dem Code-Wörter-Vorrat mit dieser Referenz jeweils einen ausgeprägten detektierbaren Extremwert aufweist, wobei die Lage des Extremwerts charakteristisch für das individuelle Code-Wort ist.
- 30 Nach einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung werden zur Erzeugung der Code-Wörter eine m-Sequenz, ein Barker-Code, eine Gordon-Mills-Welch (GMW)-Sequenz oder ein Gold-Code verwendet. Es ist genauso denkbar, analoge Signale als Code-
- 35 Wörter zu verwenden, beispielsweise zeitlich begrenzte, frequenzmodulierte Sinussignale.

Denkbar ist auch die Verwendung von komplexen Code-Wörtern. Bei diesen wird zunächst eine Aufteilung in Real- und Imagi-

närteil vorgenommen, indem Real- und Imaginärteil jeweils ein Code-Wort zugeordnet wird. Nach Übertragung des jeweils aus Real- bzw. Imaginärteil repräsentierenden Verknüpfungsergebnissen gebildeten Summen-Worts erfolgt eine Rück-

5 Aufschlüsselung nach Real- und Imaginärteil in entsprechender Weise über die Zuordnung der datenpositionsindividuellen Code-Wörter. Diesbezüglich sieht eine vorteilhafte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens vor, dass die Codewörter aus zyklischer Verschiebung aus einem CCK-(Complementary-  
10 Code-Keying)-Code gebildet werden.

Nach einer bevorzugten Fortbildung der Erfindung enthält das Daten-Wort unipolare duale Werte. Dies hat den Vorteil einer relativ einfachen schaltungstechnischen Realisierung. Allerdings ist im Fall eines „Null-Wortes“ als Daten-Wort (d.h.  
15 alle Datenpositionen enthalten das Datum „0“) eine Übertragung ohne Modulation nachteilig, weil das Summen-Wort in diesem Fall energielos ist.

20 Für derartige Fälle ist bevorzugt vorgesehen, dass das Daten-Wort duale bipolare Werte enthält. Damit ist die Übertragung zudem wesentlich störresistenter.

Weiter bevorzugt basiert das Daten-Wort auf einem drei- oder  
25 höherwertigen Zahlensystem. Dies hat den Vorteil einer noch höheren realisierbaren Datenübertragungsrate, wobei allerdings der Störgrößenabstand ab- und die Störempfindlichkeit entsprechend zunimmt. Unter den Bedingungen des Einzelfalls (z.B. notwendige Störsicherheit, Leistungsfähigkeit und Länge  
30 der Datenübertragungsstrecke) kann mithin eine Erhöhung der Datenübertragungsrate Verwendung höherwertiger Zahlensysteme durchaus vorteilhaft sein. Unter dreiwertigem Zahlensystem wird im Rahmen der vorliegenden Erfindung ein Zahlensystem zur Basis 3 verstanden, dessen Stellen also durch die Potenzen  $3^0$ ,  $3^1$ ,  $3^2$  usw. definiert sind, wobei die Koeffizienten  
35 die Werte 0, 1 und 2 annehmen können.

Für eine analoge Realisierung des erfindungsgemäßen Verfahrens werden bevorzugt bipolare Sequenzen als Code-Wörter verwendet, wie sie für sich aus der Veröffentlichung „Messtechnik für das BISDN, Dr. A. Wolf, vde-verlag gmbh Berlin und Offenbach, 1992, Bild 6-13, bekannt sind.

Anspruch 8 betrifft eine vorteilhafte Modifikation des erfindungsgemäßen Verfahrens, indem der Code-Wörter-Vorrat aus mindestens zwei Sätzen von hinreichend orthogonalen Sequenzen gebildet wird. Dadurch ist eine weitere Erhöhung des Code-Wort-Vorrats und damit die Übertragung von Summen-Wörtern möglich, die Daten-Wörter mit erhöhter Anzahl von Datenpositionen repräsentieren.

Problematisch bei der Übertragung mittels bevorzugter M-PSK- (Multi-Phase-Shift-Keying) Modulation ist das sog. „Multipath Fading“, das seine Ursache in unerwünschter Signalausbreitung auf Nebenpfaden infolge von Signalreflektionen hat. Ohne Gegenmaßnahmen führt dies zu einem in I-Q-Diagramm-Darstellung („Scatter-Plot“) gedrehten Punktdiagramm und damit empfängerseitig zu Datenfehlern. Eine Kompensation dieses Effekts ist bei bislang bekannten Übertragungsverfahren sehr aufwendig.

Das erfindungsgemäße Verfahren zeichnet gegenüber anderen bekannten Verfahren bereits dadurch aus, dass es diesbezüglich schon äußerst störresistent ist.

Problematisch bleiben allenfalls Datenverfälschungen, die - je nach Zahlenbasis - zu einem Überlauf führen. Darunter ist der Wechsel z.B. bei einem digitalen 4-Bit-Wort (übertragenes Summen-Wort) von dem Wert (0000) auf den Wert (1111) bzw. umgekehrt zu verstehen. Dies wird - unter Bezugnahme auf die entsprechende komplexe I-Q-Darstellung als sog. Zeigerdiagramm - auch als Übertritt über die („verbotene“) Sprunglinie bezeichnet, die in der Zeigerdiagrammdarstellung zwischen dem 1 und 4.Quadranten liegt. Erfindungsgemäß können auch diese Störrisiken reduziert werden, wenn bei der M-PSK-Modulation des Summen-Worts eine M-PSK-Modulationsstufe verwendet wird,



die höherstufig ist, als nach der Anzahl möglicher Werte, die das Summen-Wort annehmen kann, notwendig wäre. Beispielsweise bewirkt also bei einem Summen-Wort, das maximal 31 verschiedene Werte pro Datenpositionen annehmen kann, eine 32-wertige M-PSK-Modulation bereits eine Erhöhung der Störresistenz. Eine noch stärkere Erhöhung der Störresistenz bewirkt eine M-PSK-Modulation mit 64 Werten (zu der Basis 2 also die nächsthöhere Stufe). Die Positionierung der einzelnen Werte kann dabei zur Erzielung einer möglichst großen Distanz zur Sprunglinie durch geeignete Off-Set-Beaufschlagung oder Wertezuordnung derart erfolgen, dass die auftretenden Werte mit hohem Abstand zur Sprunglinie positioniert sind.

Das vorbeschriebene Problem des „Multipath Fading“ zeigt auch bei sog. Baseband-Übertragungen (d.h. Übertragung ohne Modulation des Summen-Worts) oder bei Übertragungen, die unmodulierten Übertragungen ähnlich sind (wie z.B. amplitudenmodulierte Übertragungen) unerwünschte Störeffekte.

Diesbezüglich sieht eine vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung vor, dass die Summen-Wörter mit einer zyklischen Ergänzung versehen werden, die derart bemessen ist, dass trotz Übertragungsbedingter Summen-Wort-Interferenzen innerhalb des Korrelationsfensters nur Summen-Wort-Anteile auftreten, die von einem einzigen ursprünglichen Summen-Wort stammen.

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nachfolgend anhand einer Zeichnung näher erläutert; es zeigen:

Figur 1 schematisch eine erste Realisierung des erfindungsgemäßen Verfahrens,

Figuren 2a und 2b beispielhaft in dem Ausführungsbeispiel nach Figur 1 verwendete bzw. generierte Daten bzw. Werte,

- Figuren 3a und 3b in Abwandlung des Beispiels nach Figuren 2a und 2b sich im Fall eines bipolaren Daten-Worts ergebenden Werte,
- 5 Figuren 4a und 4b in Abwandlung des Beispiels nach Figuren 2a und 2b sich im Fall eines Daten-Worts ergebenden Werte, das auf einem fünfwertigen Zahlensystem basiert,
- 10 Figur 5 prinzipiell die Umsetzung einer binären zu übertragenden Zahlenfolge (mod2) in z.B. ein Daten-Wort auf der Zahlenbasis (mod4),
- 15 Figur 6 eine weitere Modifikation des erfindungsgemäßen Verfahrens, bei der der Code-Wörter-Vorrat aus zwei Sätzen von Code-Wörtern gebildet ist, und
- 20 Figur 7 schematisch die Problematik des sog. „Multipath Fading“ und die Verwendung einer zyklischen Ergänzung.

Figur 1 zeigt schematisch eine Realisierung des erfindungsgemäßen Verfahrens. Die im einzelnen verwendeten bzw. generierten Daten und Werte sind in Figur 2a und 2b zusammengestellt.

Zunächst wird in einem mit 1 bezeichneten Verfahrensschritt ein Code-Wörter-Vorrat CV (hier beispielhaft mit 31 Code-

30 Wörtern C1 bis C31) vorgesehen. Die Code-Wörter C2 bis C31 sind durch zyklische 1-Bit-weise Verschiebung aus einer bevorzugt bipolaren m-Sequenz als Grund-Code-Wort C1 mit der Bitfolge

35 

-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	1	-1	1	1	-1	-1	1	1	1	1	-1	-1	-1	1	1	-1	1	1	1	-1	1	-1	1
----	----	----	----	---	----	----	---	----	---	---	----	----	---	---	---	---	----	----	----	---	---	----	---	---	---	----	---	----	---

gebildet. Grundsätzlich wäre auch eine unipolare m-Sequenz verwendbar; in diesem Falle wäre anstelle des jeweiligen Wertes (-1) der Wert (0) vorgesehen. Wie Figur 2a im Detail in der Tabelle „Code-Wort-Vorrat“ zeigt, ist das Code-Wort C2 durch zyklische Verschiebung gebildet, indem das erste Bit (-1) des Code-Worts C1 an die letzte Stelle verschoben wurde und die übrigen Bits entsprechend eine Stelle vorgeschoben wurden. Die Generierung derartiger m-Sequenzen ist für sich bekannt und beispielsweise in der Veröffentlichung „Messtechnik für das BISDN“, Dr. A. Wolf, vde-verlag gmbh Berlin und Offenbach, 1992, Kapitel 5 ff. ausführlich beschrieben.

Charakteristisch für die Code-Wörter C1 bis C31 ist, dass ihre Kreuzkorrelationsfunktion mit dem Grund-Code-Wort (oder einem anderen Code-Wort des Code-Wörter-Vorrats) - nachfolgend als Referenz bezeichnet - jeweils einen ausgeprägten detektierbaren Extremwert aufweist, wobei die Lage des Extremwerts charakteristisch für das individuelle Code-Wort (und die gewählte Referenz) ist.

Figur 1 zeigt ferner schematisch ein Daten-Wort DW, das 31 einzelne Bit-Stellen (nachfolgend im Hinblick auf nicht digitale zu übertragende Daten-Wörter auch allgemein als Datenpositionen bezeichnet) #1 bis #31 aufweist (Figur 2a). Das Daten-Wort basiert in diesem Beispiel auf einem unipolaren dualen Zahlensystem (0;1) und folgende Bitfolge:

1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Wie Figur 2a zeigt, ist jeder Datenposition #1 bis #31 genau ein einziges individuelles und damit unterscheidbares Code-Wort eindeutig und zumindest für die Übertragung eines Daten-Worts fest zugeordnet. Beispielsweise ist der Datenposition #5 (mit dem aktuellen Datum (0)) das Code-Wort C5 mit der Bitfolge:

-1	1	-1	1	-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	1	-1	1	1	-1	-1	1	1	1	1	1	-1	-1	-1	1	1	-1	1	1	1
----	---	----	---	----	----	----	----	---	----	----	---	----	---	---	----	----	---	---	---	---	---	----	----	----	---	---	----	---	---	---

zugeordnet, der Datenposition #10 (mit dem aktuellen Datum (1)) das Code-Wort C10 mit der Bitfolge

1	-1	1	1	1	-1	1	-1	1	-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	1	-1	1	1	-1	-1	1	1	1	1	-1	-1	-1	1
---	----	---	---	---	----	---	----	---	----	----	----	----	---	----	----	---	----	---	---	----	----	---	---	---	---	----	----	----	---

5

In einem mit 2 bezeichneten Verfahrensschritt wird mit dem Datum D jeder Datenposition #1 bis #31 nun das jeweils dieser Datenposition zugeordnete Code-Wort multiplikativ verknüpft. Die jeweiligen Verknüpfungsergebnisse VE1 bis VE31 sind im einzelnen in Figur 2a dargestellt. So ergibt beispielsweise die multiplikative Verknüpfung des Datums D1 (Wert = (1)) des Daten-Worts DW mit dem zugeordneten Code-Wort C1 das Verknüpfungsergebnis VE1 mit der Bitfolge:

10

-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	1	-1	1	1	-1	-1	1	1	1	1	-1	-1	-1	1	1	-1	1	1	1	-1	1	-1	1
----	----	----	----	---	----	----	---	----	---	---	----	----	---	---	---	---	----	----	----	---	---	----	---	---	---	----	---	----	---

15

Dagegen ergibt die multiplikative Verknüpfung des Datums D2 (Wert = (0)) des Daten-Worts DW mit dem zugeordneten Code-Wort C2 das Verknüpfungsergebnis VE2 mit der Bitfolge:

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

20

Durch die multiplikative Bewertung des Code-Worts C2 mit dem Wert (0) des Datums D2 entsteht eine Nullfolge.

In einem mit 3 bezeichneten Verfahrensschritt werden nun die datenpositionsindividuellen Verknüpfungsergebnisse unter Bildung eines Summen-Wortes SW summiert. Dazu werden - bei wie im Ausführungsbeispiel digitaler Realisierung des Verfahrens - von jeweils allen Verknüpfungsergebnissen die Bits derselben Bitstelle addiert. Wie in Figur 2 gezeigt, ergibt die Summation der jeweils ersten Bits (im Dezimalsystem dargestellt) den Wert (0), der jeweils zweiten Bits (-4) etc..

25

30

Das so gebildete, damit ebenfalls 31 Datenpositionen aufweisende Summen-Wort SW wird ggf. in an sich bekannter Weise durch einen Modulator MOD moduliert und über eine - z.B.

35

Funkstrecke - Strecke ST zu einem Empfänger EMP übertragen und empfängerseitig von einem Demodulator DEM demoduliert.

5 Die Übertragung kann aber auch - wie nachfolgend noch aufgegriffen - ohne Modulation (als sog. Baseband-Übertragung) erfolgen.

Das andeutungsweise in Figur 1 symbolisch dargestellte empfangene Summen-Wort SW wird in einem mit 4 bezeichneten Verfahrensschritt mit einer Referenz R mittels eines Korrelators KORR kreuzkorreliert. Dazu wird wie aus Figur 2 im einzelnen ersichtlich das empfangene Summen-Wort SW mit der Referenz zyklisch korreliert und daraus die Werte der Kreuzkorrelationsfunktion KKF (Figur 2) gewonnen. Referenz kann das Grund-Code-Wort oder aber auch eine durch zyklische Verschiebung des Grund-Code-Worts gebildete Sequenz sein. Im Beispiel gemäß Figur 2a wird als Referenz das Grund-Code-Wort C1 verwendet; die Kreuzkorrelation erfolgt bitstellenweise dadurch, dass das Summen-Wort SW bitweise gegenüber der Referenz verschoben wird. Praktisch gleichbedeutend ist dazu, die Referenz bitweise gegenüber dem unverschobenen Summen-Wort SW zu verschieben und bitweise zu multiplizieren, wie aus Gründen einer vereinfachten Darstellung in Figur 2 unter der Überschrift „Code-Referenz CCF“ erfolgt.

25 Die jeweiligen datenpositionsindividuellen Multiplikationen des Summen-Worts mit der Referenz ergeben die in Figur 2a im einzelnen aufgeführten Werte der Kreuzkorrelationsfunktion (KKF). Diese Werte weisen positive Extremwerte (26) (Maxima) immer an den Datenpositionen auf, an denen ursprünglich das zugeordnete Code-Wort mit dem größten Wert des Wertevorrats des Datenwortes, nämlich dem Datum (1), bewertet (multipliziert) wurde. Die Werte weisen ein Minimum (-6) an den Datenpositionen auf, an denen ursprünglich das zugeordnete Code-35 Wort mit dem kleinsten Wert des Wertevorrats des Datenwortes, nämlich dem Datum (0) bewertet (multipliziert) wurde. Im vorliegenden Falle eines binären Wertevorrats für

das Daten-Wort gibt es naturgemäß nur diese beiden Extremwerte und die Zuordnung ist mit einfachster Auswertung möglich.

5 Damit lässt sich in einem mit 5 bezeichneten Verfahrens-  
schritt auf den im zu übertragenden Daten-Wort an der jewei-  
ligen Datenposition ursprünglich enthaltenen Wert rückschlie-  
ßen. Im Ausführungsbeispiel wird jeder Datenposition, an der  
ein Maximum (hier: (26)) der Kreuzkorrelation KKF steht, der  
Wert (1) rekonstruiert und entsprechend an den übrigen Daten-  
10 positionen mit dem Minimum (-6) jeweils der Wert (0).

In graphischer Darstellung ergibt sich damit der in Figur 2b  
unter der Überschrift „KKF-Funktion (diskret)“ dargestellte  
Funktionsverlauf. Neben der expliziten Darstellung in Figur  
15 2b ist dieser Funktionsverlauf in Figur 1 mit der Unter-  
schrift „unipolar“ schematisch angedeutet.

Andeutungsweise ist in Figur 1 schematisch mit der Unter-  
schrift „bipolar“ auch eine Übertragung dargestellt, die auf  
20 einer bipolaren Datenbasis des Daten-Worts basiert. Hierbei  
wären also die Datenwerte (0) des vorhergehenden Beispiels  
durch die Werte (-1) ersetzt. Dies hat den Vorteil einer ver-  
besserten Störuneempfindlichkeit und führt außerdem dazu, dass  
es auch bei Übertragung eines Daten-Worts, dessen einzelne  
25 Daten in unipolarer Darstellung alle „0“ wären, nicht zu ei-  
nem zu übertragenden Nullwort als Summen-Wort SW und damit  
nicht zu einem energielosen Signal kommt. Im einzelnen erge-  
ben sich in diesem Fall eines bipolaren Daten-Worts die de-  
tailliert in Figur 3a gezeigten Werte. Im Ergebnis zeigt die  
30 Kreuzkorrelationsfunktion (KKF) (vgl. auch graphische Dar-  
stellung in Figur 3b) ebenfalls eindeutig detektierbare Maxi-  
ma (hier: (51)) an jeder Datenposition, deren zugeordnetes  
Code-Wort ursprünglich mit dem Datum (1) bewertet (multipli-  
ziert) wurde und Minima (-13) an den Datenpositionen, an de-  
35 nen ursprünglich das zugeordnete Code-Wort mit dem Datum (0)  
bewertet (multipliziert) wurde.

In entsprechender Weise lässt sich die übertragene Datenrate noch weiter steigern, wenn das Daten-Wort auf einem höherwertigen Zahlensystem basiert. Dies ist in Figur 4a, 4b beispielhaft dargestellt für ein Datenwort, das die Werte  $(-1)$ ,  $(-0,5)$ ,  $(0)$ ,  $(+0,5)$  und  $(+1)$  enthält und damit auf einem fünfwertigen Zahlensystem basiert.

Das angenommene Daten-Wort enthält in den Datenpositionen #1 bis #31 die diskreten Werte

$(1)$ ,  $(-1)$ ,  $(0)$ ,  $(0)$ ,  $(0,5)$ ,  $(0)$ ,  $(-1)$ ,  $(-0,5)$ ,  $(-0,5)$ ,  $(1)$ ,  $(0)$ ,  $(0)$  ...usw.... $(1)$ ,  $(0)$  (vgl. Figur 4a).

Daraus resultiert nach multiplikativer Verknüpfung mit dem jeweils zugeordneten Code-Wort C1 bis C31 und anschließender Summenbildung das Summen-Wort SW:

-2	-4	2	-1	2	-2	-1	4	1	7	-2	6	-3	5	-3	-1	-1	-6	0	4	-1	1	-2	-3	5	3	4	-7	0	-1	0
----	----	---	----	---	----	----	---	---	---	----	---	----	---	----	----	----	----	---	---	----	---	----	----	---	---	---	----	---	----	---

Das Summen-Wort besteht in diesem Ausführungsbeispiel aus einer diskreten Zahlenfolge; die Übertragung kann aber auch als analoges Signal erfolgen.

Das empfangene Summen-Wort wird wie vorbeschrieben mit der Referenz (z.B. C1) kreuzkorreliert und ergibt die in der Spalte KKF ersichtlichen diskreten Werte. Dabei entspricht das absolute Maximum (28) dem größten Wert - nämlich  $(1)$  - des Wertevorrats des Daten-Worts, das absolute Minimum  $(-36)$  dem kleinsten Wert - nämlich  $(-1)$  des Wertevorrats des Daten-Worts. Aus der Kenntnis der absoluten Extremwerte lässt sich nun ableiten, wie die übrigen Werte der Kreuzkorrelationsfunktion entsprechenden Werten des Wertevorrats des Daten-Worts zuzuordnen sind. Eine Realisierungsmöglichkeit dazu bildet eine von den absoluten Extremwerten ausgehende Wertebandbildung. Vorteilhafterweise können die Wertebänder dabei auch über die absoluten Extremwerte hinausgehen, um im Falle von Datenübertragungsfehlern auch oberhalb bzw. unterhalb der absoluten (bei fehlerfreier Übertragung vorliegenden) Extrem-

werte noch mit zu umfassen („einzufangen“). Im vorliegenden Beispiel könnte ausgehend von der Differenz der absoluten Extremwerte (nämlich  $28 - (-36) = 64$  diese Spanne in 4 vorzugsweise gleiche Bänder mit einer Breite von  $64/4 = 16$  unterteilt werden. Die Bänder würden zum „Einfangen“ von Übertragungsfehlern dann wie folgt liegen:

Band	Wertebereich	Umfasst Wert (x) des Daten-Worts
1	-44 bis -28	(-1)
2	-27 bis -12	(-0,5)
3	-11 bis +4	(0)
4	+5 bis +20	(+0,5)
5	+21 bis +36	(+1)

Man erkennt also, dass aus der relativen Lage der Werte der Kreuzkorrelationsfunktion und unter Auswertung der Extremwerte auf alle Daten des Daten-Worts rückgeschlossen werden kann. Dem Wert (12) der Kreuzkorrelationsfunktion wird also der Wert (0,5) des Wertevorrats des Daten-Worts, dem Wert (4) der Wert (0) und dem Wert (-20) der Wert (-0,5) des Daten-Worts an der jeweiligen Datenposition zugeordnet.

Die für die vorbeschriebenen Zuordnungen notwendigen Informationen können z.B. bereitgestellt werden, indem in jedem Daten-Wort Datenpositionen für eine diesbezügliche Information reserviert werden. So könnten beispielsweise die ersten zwei Datenpositionen eines z.B. digitalen Daten-Worts mit dem höchsten bzw. niedrigsten Wert des für das Daten-Wort vorgesehenen Wertevorrats gefüllt sein. Es können aber auch empfängerseitig entsprechende Zuordnungstabellen hinterlegt sein, die in Kenntnis der (konstanten) Wertigkeit der verwendeten Daten-Wörter aus den auftretenden Extremwerten eine solche (bänderweise) Zuordnung vornehmen.

In der graphischen Darstellung der KKF-Funktion in Figur 4b erkennt man noch immer eindeutig identifizierbare Extremwerte, deren Abstand allerdings im Vergleich zu den vorhergehen-



den Beispielen verringert ist - damit ist ersichtlich, dass die Steigerung der übertragbaren Datenrate zu Lasten des Störabstandes und damit der Störuneempfindlichkeit geht. Es gibt jedoch viele Anwendungsfälle, insbesondere kurzer Übertragungsstrecken, wo dieser Störabstand durchaus ausreichend ist.

Andererseits ist vorteilhafterweise die Datenrate erheblich gesteigert, indem wie in Figur 5 prinzipiell gezeigt eine binäre Zahlenfolge eines zu übertragenden Wortes von mod2 in z.B. mod4 konvertiert und damit die Datenübertragung komprimiert wird.

Figur 6 zeigt eine weitere Modifikation des erfindungsgemäßen Verfahrens. Hier werden im wesentlichen dieselben Verfahrensschritte wie im Zusammenhang mit Figur 1 beschrieben durchgeführt, allerdings unter Verwendung eines Code-Wörter-Vorrats, der aus zwei Sätzen von Code-Wörtern Code01 und Code02 besteht. Die Sätze von Code-Wörtern bestehen aus zueinander orthogonalen Sequenzen. Die Orthogonalität bewirkt, dass die Kreuzkorrelationsfunktion von Code-Wörtern C1-1 bis C1-31 des ersten Satzes Code01 miteinander und die Kreuzkorrelationsfunktion von Code-Wörtern C2-1 bis C2-31 des zweiten Satzes Code02 miteinander jeweils einen ausgeprägten detektierbaren Extremwert aufweist. Dagegen weist die Kreuzkorrelationsfunktion der Code-Wörter C1-1 bis C1-31 des ersten Satzes Code01 mit den Code-Wörtern C2-1 bis C2-31 des zweiten Satzes keinen ausgeprägten detektierbaren Extremwert auf. Die Codewörter jeden Satzes sind wie beschrieben aus zyklischer Verschiebung aus einem jeweiligen Satz-Grund-Code-Wort des ersten bzw. des zweiten Satzes Code01 bzw. Code02 gebildet, wobei wie vorbeschrieben die Anzahl individueller Code-Wörter des Vorrats insgesamt mindestens der Anzahl der Datenpositionen des Daten-Wortes entspricht.

Wie Figur 6 schematisch weiterhin zeigt, wird das empfangene Summen-Wort SW in einem Verfahrensschritt 6 zwei Korrelatoren KORR1, KORR2 parallel zugeführt. Der Korrelator KORR1 führt

dabei wie ausführlich beschrieben eine Kreuzkorrelation mit einer Referenz R1 durch; die Referenz kann das Grund-Code-Wort des Satzes Code01 oder auch eine durch zyklische Verschiebung diese Grund-Code-Worts gebildete Sequenz sein. Im  
5 Beispiel als Referenz das Grund-Code-Wort C1-1 verwendet. Parallel führt der Korrelator KORR2 eine Kreuzkorrelation mit einer Referenz R2 durch, die dem Grund-Code-Wort C2-1 des Satzes Code02 entspricht. Aufgrund der Orthogonalität der Code-Sätze Code01 und Code02 ergibt nur eine der Kreuzkorrelationen jeweils ein ausgeprägtes Maximum, nämlich bei Zugrundelegung der Referenz, die dem Grund-Code-Wort des Satzes  
10 entspricht, aus dem das der jeweiligen Datenposition zugeordnete Code-Wort gewählt wurde. Die übrige Auswertung erfolgt wie vorbeschrieben. Damit kann insgesamt eine höhere Ratenrate übertragen werden.  
15

Figur 7 zeigt schematisch die Problematik des sog. „Multipath Fading“, das auch bei sog. Baseband-Übertragungen zwischen einem Sender Tx und einem Empfänger Rx (d.h. Übertragung ohne  
20 Modulation des Summen-Worts) oder bei Übertragungen, die unmodulierten Übertragungen ähnlich sind (wie. z.B. amplitudenmodulierte Übertragungen) unerwünschte Störeffekte SE hervorrufen kann. Die schematisch in Zeile Z1 dargestellten Summen-Wörter führen aufgrund unerwünschter Reflektionen zu überlagerten Signalen SE, wie sie in Zeile Z2 dargestellt sind.  
25 Diese Signale werden erfindungsgemäßen nun mit einer zyklischen Ergänzung ZE des jeweiligen Summen-Worts versehen, die derart bemessen ist, dass trotz übertragungsbedingter Summen-Wort-Interferenzen innerhalb des Korrelationsfensters KF nur  
30 Summen-Wort-Anteile auftreten, die von einem einzigen ursprünglichen Summen-Wort stammen.

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Übertragen eines Daten-Worts (DW), das eine Folge von einzelnen Daten (0,1) in aufeinanderfolgenden Datenpositionen (#1...#31) enthält, bei dem
- 5 a) ein Code-Wörter-Vorrat (CV) bereitgestellt wird, wobei
- die Anzahl individueller Code-Wörter (C1...C31) des Vorrats mindestens der Anzahl der Datenpositionen (#1...#31) des Daten-Wortes (DW) entspricht und
  - 10 - die Kreuzkorrelationsfunktion jedes Code-Worts (C2...C31) mit einer bestimmten Referenz (C1) jeweils einen ausgeprägten detektierbaren Extremwert aufweist, wobei dessen Lage charakteristisch für das individuelle Code-Wort (C2) ist,
- 15 b) jeder Datenposition (#1) des Daten-Worts (DW) ein individuelles Code-Wort (C1) zugeordnet wird,
- c) das zugeordnete Code-Wort (C5) mit dem jeweiligen Datum (0) der Datenposition (#5) unter Bildung eines datenpositionsindividuellen Verknüpfungsergebnisses (VE5) verknüpft
- 20 wird,
- d) die datenpositionsindividuellen Verknüpfungsergebnisse (VE1...VE31) unter Bildung eines Summen-Wortes (SW) addiert werden,
- e) das Summen-Wort (SW) zu einem Empfänger (EMP) übertragen
- 25 wird,
- f) das empfangene Summen-Wort (SW) mit einer Referenz (R) kreuzkorreliert wird, wobei diese Referenz (R) bei Kreuzkorrelation mit jedem Code-Wort (C1...C31) jeweils einen ausgeprägten detektierbaren Extremwert aufweist, wobei
- 30 dessen Lage charakteristisch für das individuelle Code-Wort (C2) ist,
- g) aus der Lage und Größe der Werte der so gebildeten Korrelationsfunktion (KKF) die jeweiligen datenpositionsindividuellen Daten (0,1) des Daten-Worts (DW) rekonstruiert
- 35 werden, indem nach fester Zuordnung jedem Wert (-6;26) ein entsprechendes Datum (0,1) zugeordnet wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1,

- wobei die Code-Wörter durch zyklische Verschiebung aus einer m-Sequenz, einem Barker-Code, einer Gordon-Mills-Welch (GMW)-Sequenz oder einem Gold-Code gebildet werden.

5

3. Verfahren nach Anspruch 1,

- wobei die Code-Wörter aus zyklischer Verschiebung aus einem CCK-(Complementary-Code-Keying)-Code gebildet werden.

10 4. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3,

- wobei für das Daten-Wort (DW) unipolare duale Werte (0,1) zugelassen werden.

5. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3,

- 15 - wobei für das Daten-Wort (DW) bipolare duale Werte (-1,1) zugelassen werden.

6. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3,

- 20 - wobei für das Daten-Wort dreiwertige oder höherwertige Zahlensysteme zugelassen werden.

7. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche,

- wobei als Code-Wörter bipolare Sequenzen verwendet werden.

25 8. Verfahren zum Übertragen eines Daten-Worts (DW), das eine Folge von einzelnen Daten (0,1) in aufeinanderfolgenden Datenpositionen (#1...#31) enthält, bei dem

a) ein Code-Wörter-Vorrat (CV) bereitgestellt wird, wobei

- 30 - die Anzahl individueller Code-Wörter des Vorrats mindestens der Anzahl der Datenpositionen des Daten-Wortes (DW) entspricht,
- als Code-Wörter (C1-1...C1-31; C2-1...C2-31) mindestens zwei Sätze (Code01, Code02) von hinreichend orthogonalen Sequenzen verwendet werden, deren Orthogonalität be-
- 35 wirkt, dass

- die Kreuzkorrelationsfunktion von Code-Wörtern (C1-1...C1-31) des ersten Satzes (Code01) mit einer bestimm-

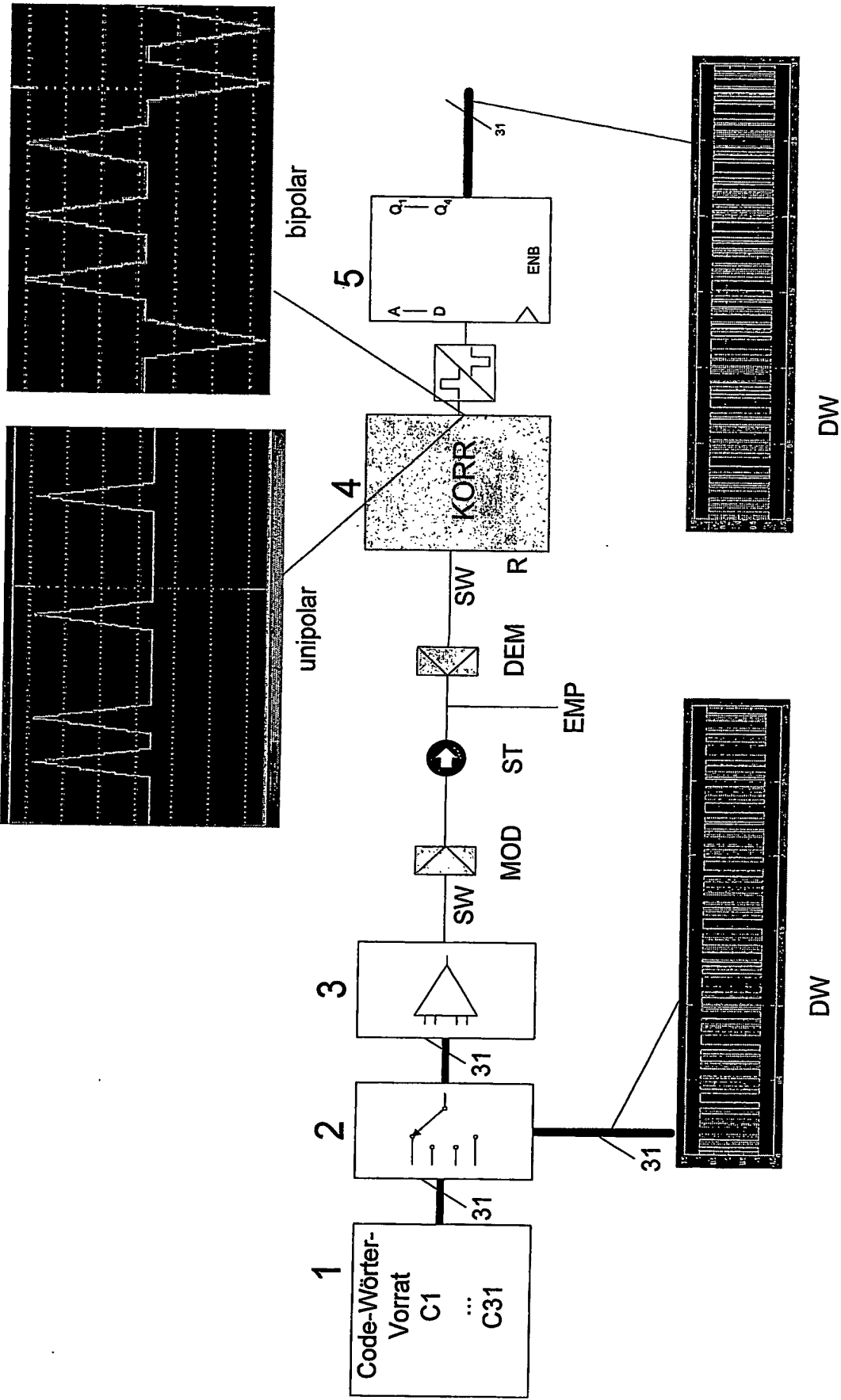
- ten ersten Satz-Referenz einen ausgeprägten detektierbaren Extremwert und die Kreuzkorrelationsfunktion von Code-Wörtern (C2-1...C2-31) des zweiten Satzes (Code02) mit einer bestimmten zweiten Satz-Referenz einen ausgeprägten detektierbaren Extremwert aufweisen, wobei deren Lage jeweils charakteristisch für das individuelle Code-Wort des jeweiligen Code-Wort-Satzes ist,
- 5
- während die Kreuzkorrelationsfunktion der Code-Wörter (C1-1...C1-31) des ersten Satzes (Code01) mit der zweiten Satz-Referenz (C2-1) des zweiten Satzes (Code02) und
  - 10 die Kreuzkorrelationsfunktion von Code-Wörtern (C2-1...C2-31) des zweiten Satzes (Code02) mit der ersten Satz-Referenz (C1-1) keinen ausgeprägten detektierbaren Extremwert aufweisen,
- 15
- b) jeder Datenposition des Daten-Worts ein individuelles Code-Wort zugeordnet wird,
  - c) das zugeordnete Code-Wort mit dem jeweiligen Datum (0,1) der Datenposition unter Bildung eines datenpositionsindividuellen Verknüpfungsergebnisses verknüpft wird,
  - 20 d) die datenpositionsindividuellen Verknüpfungsergebnisse unter Bildung eines Summen-Wortes (SW) addiert werden,
  - e) das Summen-Wort (SW) zu einem Empfänger übertragen wird,
  - f) das empfangene Summen-Wort (SW) jeweils mit einer ersten und einer zweiten Satz-Empfangs-Referenz (R1, R2) kreuz-
  - 25 korreliert wird, wobei die Kreuzkorrelationsfunktion von Code-Wörtern (C1-1...C1-31) des ersten Satzes (Code01) mit der ersten Satz-Empfangs-Referenz (R1) einen ausgeprägten detektierbaren Extremwert und die Kreuzkorrelationsfunktion von Code-Wörtern (C2-1...C2-31) des zweiten Satzes (Code02) mit der zweiten Satz-Empfangs-Referenz (R2) einen
  - 30 ausgeprägten detektierbaren Extremwert aufweisen, wobei deren Lage jeweils charakteristisch für das individuelle Code-Wort des jeweiligen Code-Wort-Satzes ist, und
  - g) aus der Lage und Größe der Werte der so gebildeten Korrelationsfunktionen die jeweiligen datenpositionsindividuellen Daten des Daten-Worts (DW) rekonstruiert werden, indem nach fester Zuordnung jedem Wert ein entsprechendes Datum
  - 35 zugeordnet wird.

9. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche,

- wobei das Summen-Wort (SW) zur Übertragung M-PSK (Multi-Phase-Shift-Keying) moduliert wird und dabei eine M-PSK-Modulationsstufe verwendet wird, die höherstufig ist als nach der Anzahl möglicher Werte, die das Summen-Wort annehmen kann, notwendig wäre.

10. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche,

- wobei die Summen-Wörter (SW) mit einer zyklischen Ergänzung (ZE) versehen werden, die derart bemessen ist, dass trotz übertragungsbedingter Summen-Wort-Interferenzen innerhalb des Korrelationsfensters (KF) nur Summen-Wort-Anteile auftreten, die von einem einzigen ursprünglichen Summen-Wort stammen.



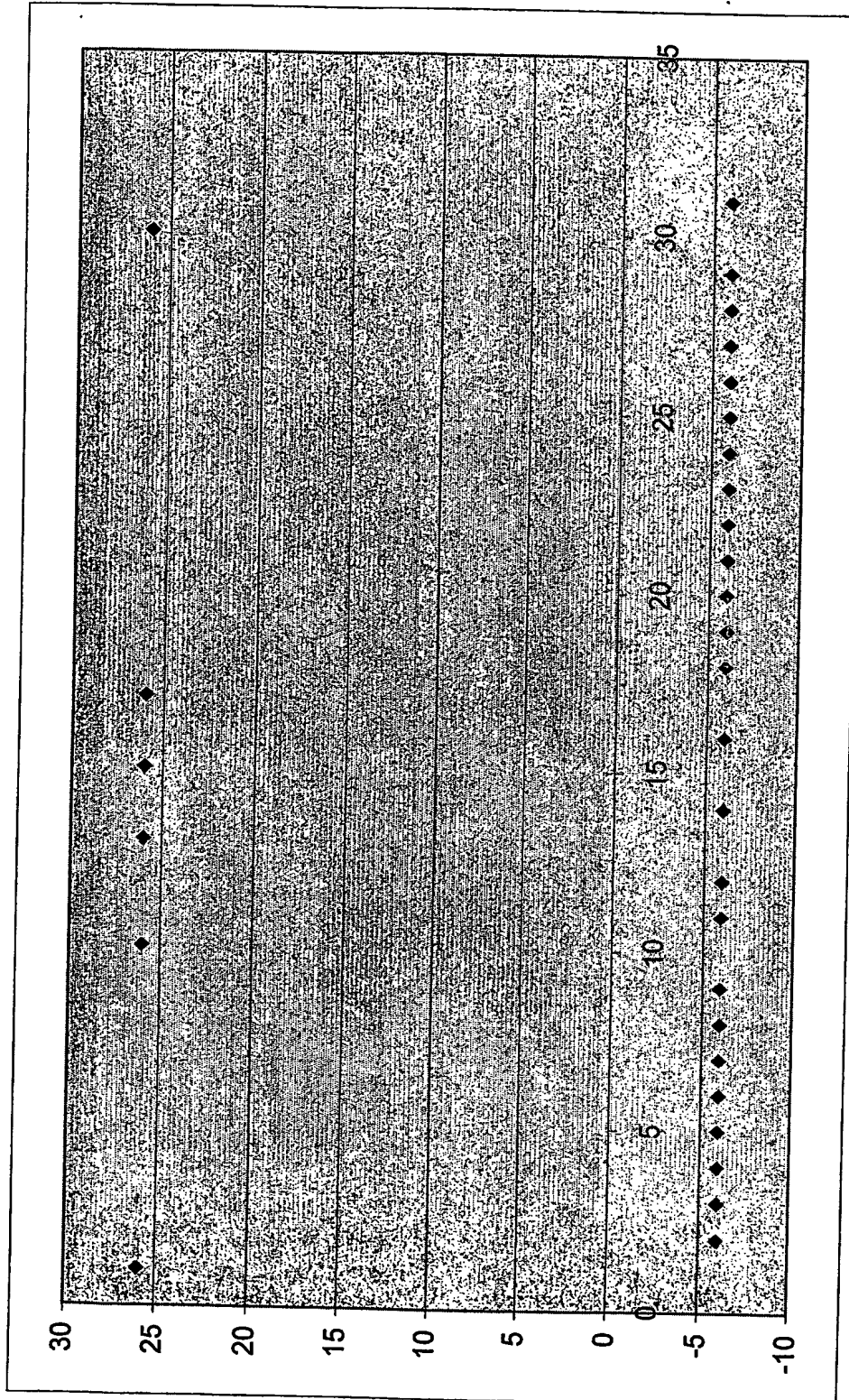
Figur 1

Code-Werk-Vorart	Datum ent/ Datum	Verkaufsergebnisse	KRF Ergebnis	KOF
1	1	1	1	1
2	2	2	2	2
3	3	3	3	3
4	4	4	4	4
5	5	5	5	5
6	6	6	6	6
7	7	7	7	7
8	8	8	8	8
9	9	9	9	9
10	10	10	10	10
11	11	11	11	11
12	12	12	12	12
13	13	13	13	13
14	14	14	14	14
15	15	15	15	15
16	16	16	16	16
17	17	17	17	17
18	18	18	18	18
19	19	19	19	19
20	20	20	20	20
21	21	21	21	21
22	22	22	22	22
23	23	23	23	23
24	24	24	24	24
25	25	25	25	25
26	26	26	26	26
27	27	27	27	27
28	28	28	28	28
29	29	29	29	29
30	30	30	30	30
31	31	31	31	31
32	32	32	32	32
33	33	33	33	33
34	34	34	34	34
35	35	35	35	35
36	36	36	36	36
37	37	37	37	37
38	38	38	38	38
39	39	39	39	39
40	40	40	40	40
41	41	41	41	41
42	42	42	42	42
43	43	43	43	43
44	44	44	44	44
45	45	45	45	45
46	46	46	46	46
47	47	47	47	47
48	48	48	48	48
49	49	49	49	49
50	50	50	50	50
51	51	51	51	51
52	52	52	52	52
53	53	53	53	53
54	54	54	54	54
55	55	55	55	55
56	56	56	56	56
57	57	57	57	57
58	58	58	58	58
59	59	59	59	59
60	60	60	60	60
61	61	61	61	61
62	62	62	62	62
63	63	63	63	63
64	64	64	64	64
65	65	65	65	65
66	66	66	66	66
67	67	67	67	67
68	68	68	68	68
69	69	69	69	69
70	70	70	70	70
71	71	71	71	71
72	72	72	72	72
73	73	73	73	73
74	74	74	74	74
75	75	75	75	75
76	76	76	76	76
77	77	77	77	77
78	78	78	78	78
79	79	79	79	79
80	80	80	80	80
81	81	81	81	81
82	82	82	82	82
83	83	83	83	83
84	84	84	84	84
85	85	85	85	85
86	86	86	86	86
87	87	87	87	87
88	88	88	88	88
89	89	89	89	89
90	90	90	90	90
91	91	91	91	91
92	92	92	92	92
93	93	93	93	93
94	94	94	94	94
95	95	95	95	95
96	96	96	96	96
97	97	97	97	97
98	98	98	98	98
99	99	99	99	99
100	100	100	100	100

### Figur 2a



KKF-Funktion (diskret)



Figur 2b

Code-Wort-Vorname	Datenwort/ Datum	Vordereingangsbeobachtung	KCF Ereignis	KCF
VE1	1	1	1	1
VE2	2	2	2	2
VE3	3	3	3	3
VE4	4	4	4	4
VE5	5	5	5	5
VE6	6	6	6	6
VE7	7	7	7	7
VE8	8	8	8	8
VE9	9	9	9	9
VE10	10	10	10	10
VE11	11	11	11	11
VE12	12	12	12	12
VE13	13	13	13	13
VE14	14	14	14	14
VE15	15	15	15	15
VE16	16	16	16	16
VE17	17	17	17	17
VE18	18	18	18	18
VE19	19	19	19	19
VE20	20	20	20	20
VE21	21	21	21	21
VE22	22	22	22	22
VE23	23	23	23	23
VE24	24	24	24	24
VE25	25	25	25	25
VE26	26	26	26	26
VE27	27	27	27	27
VE28	28	28	28	28
VE29	29	29	29	29
VE30	30	30	30	30
VE31	31	31	31	31
SW	SW	SW	SW	SW

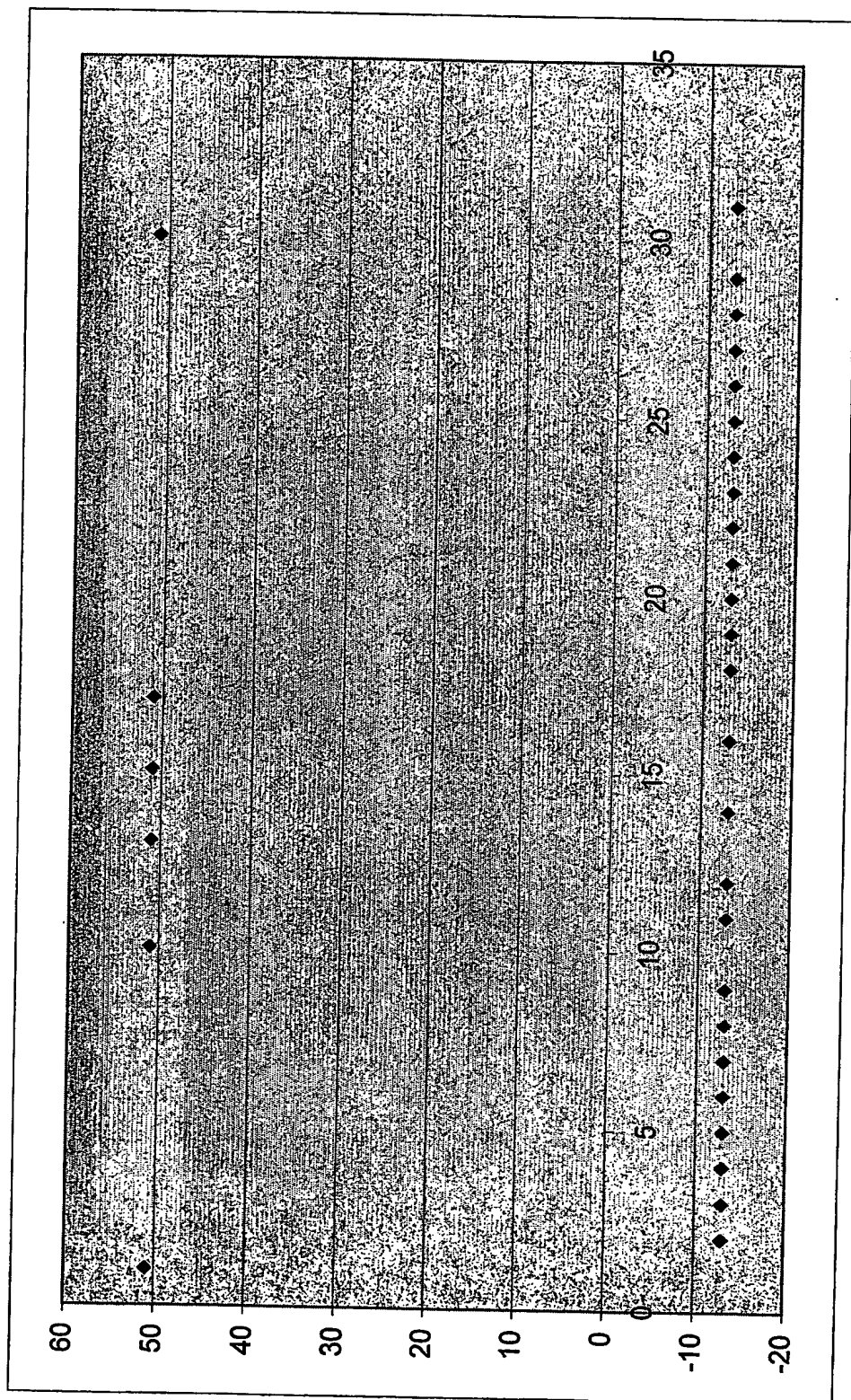
Code-Wort-Vorname	Datenwort/ Datum	Vordereingangsbeobachtung	KCF Ereignis	KCF
VE1	1	1	1	1
VE2	2	2	2	2
VE3	3	3	3	3
VE4	4	4	4	4
VE5	5	5	5	5
VE6	6	6	6	6
VE7	7	7	7	7
VE8	8	8	8	8
VE9	9	9	9	9
VE10	10	10	10	10
VE11	11	11	11	11
VE12	12	12	12	12
VE13	13	13	13	13
VE14	14	14	14	14
VE15	15	15	15	15
VE16	16	16	16	16
VE17	17	17	17	17
VE18	18	18	18	18
VE19	19	19	19	19
VE20	20	20	20	20
VE21	21	21	21	21
VE22	22	22	22	22
VE23	23	23	23	23
VE24	24	24	24	24
VE25	25	25	25	25
VE26	26	26	26	26
VE27	27	27	27	27
VE28	28	28	28	28
VE29	29	29	29	29
VE30	30	30	30	30
VE31	31	31	31	31
SW	SW	SW	SW	SW

Code-Wort-Vorname	Datenwort/ Datum	Vordereingangsbeobachtung	KCF Ereignis	KCF
VE1	1	1	1	1
VE2	2	2	2	2
VE3	3	3	3	3
VE4	4	4	4	4
VE5	5	5	5	5
VE6	6	6	6	6
VE7	7	7	7	7
VE8	8	8	8	8
VE9	9	9	9	9
VE10	10	10	10	10
VE11	11	11	11	11
VE12	12	12	12	12
VE13	13	13	13	13
VE14	14	14	14	14
VE15	15	15	15	15
VE16	16	16	16	16
VE17	17	17	17	17
VE18	18	18	18	18
VE19	19	19	19	19
VE20	20	20	20	20
VE21	21	21	21	21
VE22	22	22	22	22
VE23	23	23	23	23
VE24	24	24	24	24
VE25	25	25	25	25
VE26	26	26	26	26
VE27	27	27	27	27
VE28	28	28	28	28
VE29	29	29	29	29
VE30	30	30	30	30
VE31	31	31	31	31
SW	SW	SW	SW	SW

Code-Wort-Vorname	Datenwort/ Datum	Vordereingangsbeobachtung	KCF Ereignis	KCF
-------------------	------------------	---------------------------	--------------	-----

**Figur 3a**

KKF-Funktion (diskret)

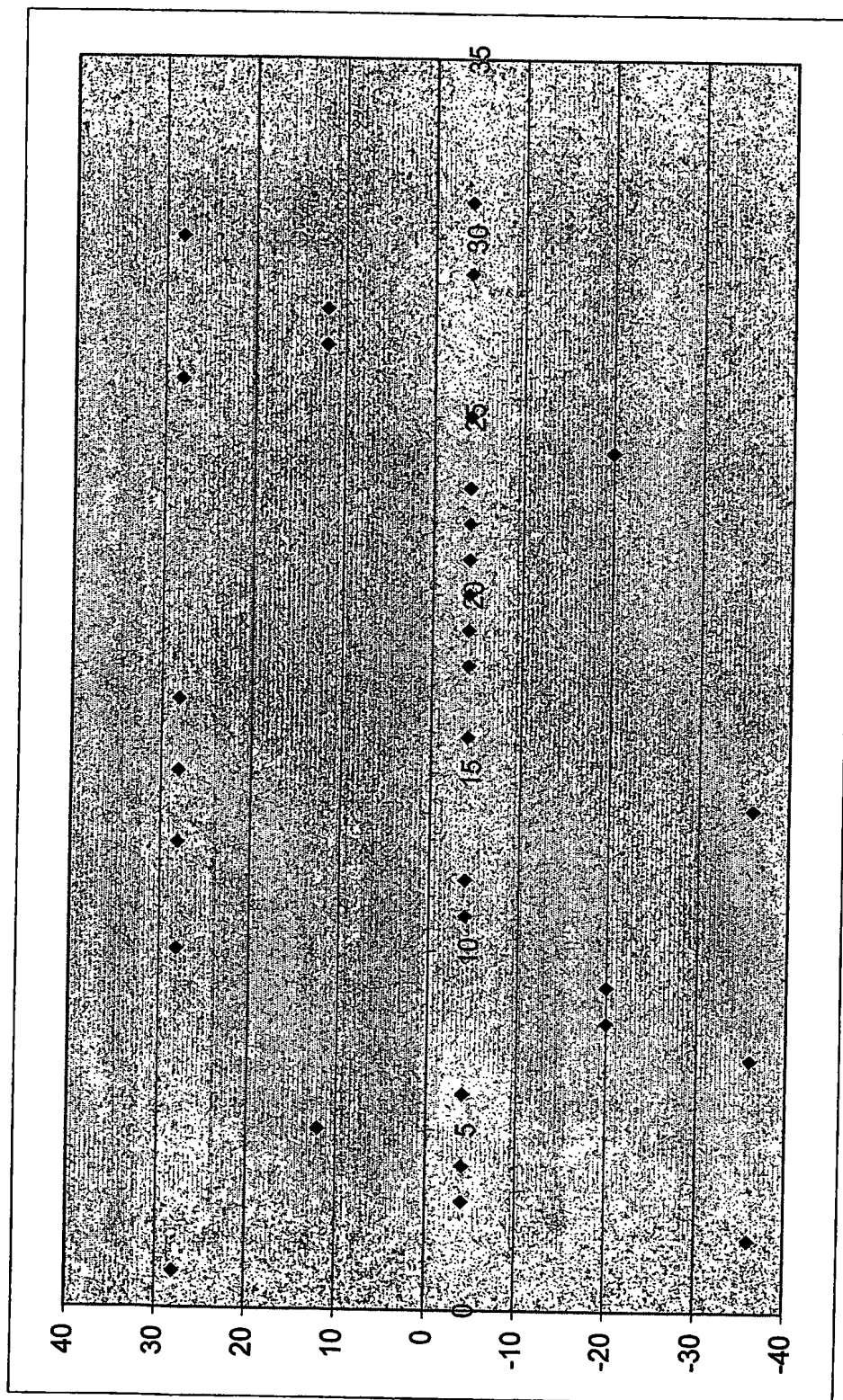


Figur 3b

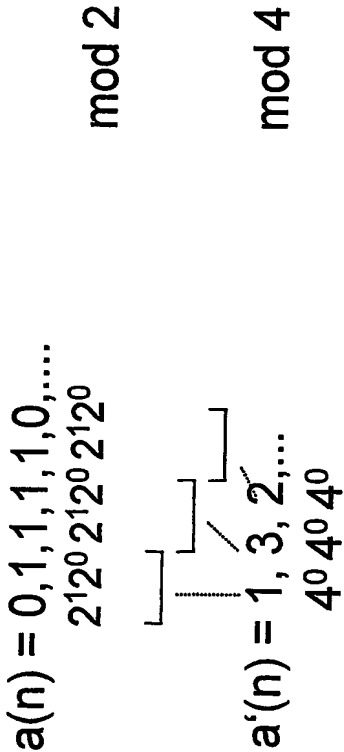
Code-Wort-Vorrat		Datenwort/ Datum		Verbindungsergebnisse		Codierung	
Code-Wort	Vorrat	Datenwort	Datum	Verbindungs- Ergebnisse	Codierung	Codierung	Codierung
0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5	5	5
6	6	6	6	6	6	6	6
7	7	7	7	7	7	7	7
8	8	8	8	8	8	8	8
9	9	9	9	9	9	9	9
10	10	10	10	10	10	10	10
11	11	11	11	11	11	11	11
12	12	12	12	12	12	12	12
13	13	13	13	13	13	13	13
14	14	14	14	14	14	14	14
15	15	15	15	15	15	15	15
16	16	16	16	16	16	16	16
17	17	17	17	17	17	17	17
18	18	18	18	18	18	18	18
19	19	19	19	19	19	19	19
20	20	20	20	20	20	20	20
21	21	21	21	21	21	21	21
22	22	22	22	22	22	22	22
23	23	23	23	23	23	23	23
24	24	24	24	24	24	24	24
25	25	25	25	25	25	25	25
26	26	26	26	26	26	26	26
27	27	27	27	27	27	27	27
28	28	28	28	28	28	28	28
29	29	29	29	29	29	29	29
30	30	30	30	30	30	30	30
31	31	31	31	31	31	31	31

### Figur 4a

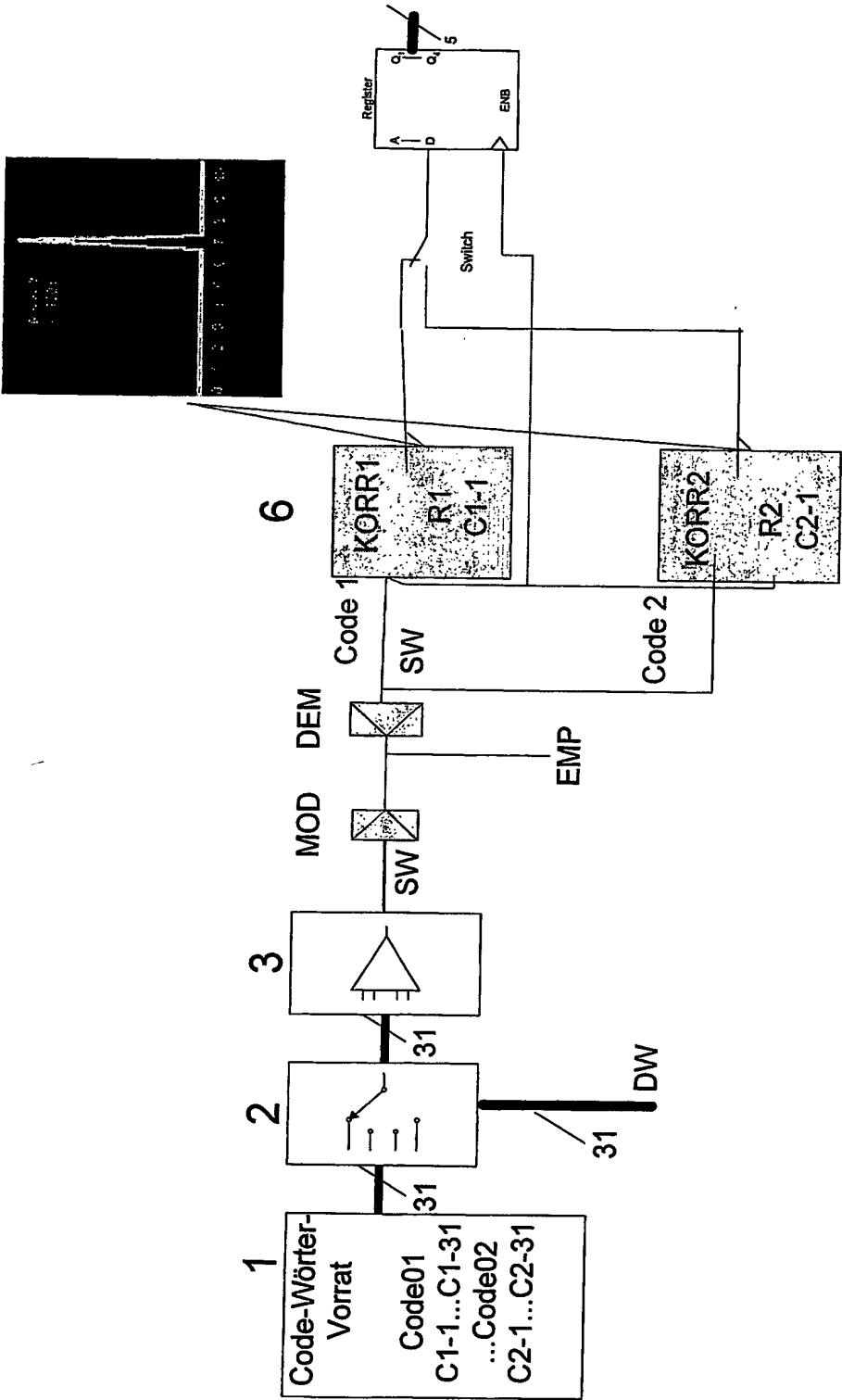
KKF-Funktion (diskret)



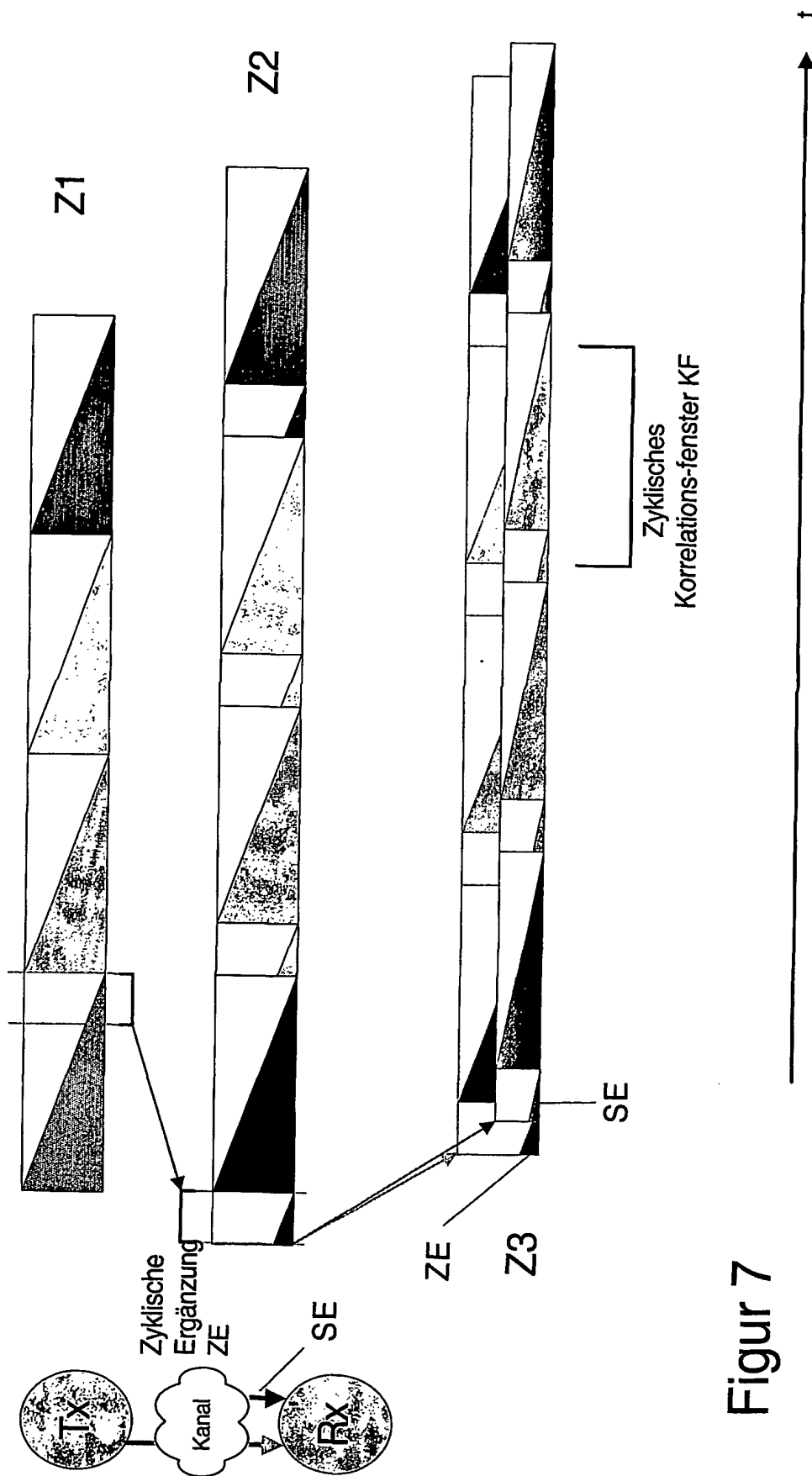
Figur 4b



Figur 5



Figur 6



Figur 7



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE2004/000047

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 H04J13/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 T04J

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	GB 1 372 137 A (MULLARD LTD) 30 October 1974 (1974-10-30) page 3, line 51 - line 55 page 4, line 10 - line 28 page 7, line 11 - page 8, line 31	1,2,6-8
A	US 5 063 571 A (VANCRAEYNST JAN P) 5 November 1991 (1991-11-05) abstract column 3, line 49 - column 5, line 20 figures 1,2	1,8,9

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

### \* Special categories of cited documents:

\*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

\*E\* earlier document but published on or after the international filing date

\*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

\*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

\*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

\*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

\*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

\*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

\*Z\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

21 June 2004

Date of mailing of the international search report

06/07/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Masche, C

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No  
PCT/DE2004/000047

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
GB 1372137	A	30-10-1974	NONE	
US 5063571	A	05-11-1991	NONE	

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2004/000047

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 7 H04J13/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 7 T04J

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	GB 1 372 137 A (MULLARD LTD) 30. Oktober 1974 (1974-10-30) Seite 3, Zeile 51 - Zeile 55 Seite 4, Zeile 10 - Zeile 28 Seite 7, Zeile 11 - Seite 8, Zeile 31 -----	1,2,6-8
A	US 5 063 571 A (VANCRAEYNES JAN P) 5. November 1991 (1991-11-05) Zusammenfassung Spalte 3, Zeile 49 - Spalte 5, Zeile 20 Abbildungen 1,2 -----	1,8,9



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*Z\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

21. Juni 2004

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

06/07/2004

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Masche, C

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2004/000047

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
GB 1372137	A	30-10-1974	KEINE	
US 5063571	A	05-11-1991	KEINE	